

DOBLE COMBUSTIÓN Y SU VINCULACIÓN CON COMBUSTIBLES BIOMÁSICOS: RESPUESTA A LA CRISIS ENERGÉTICA DESDE EL DISEÑO

Daniela Edurne Battista

Conceptos básicos de la doble combustión Funcionamiento

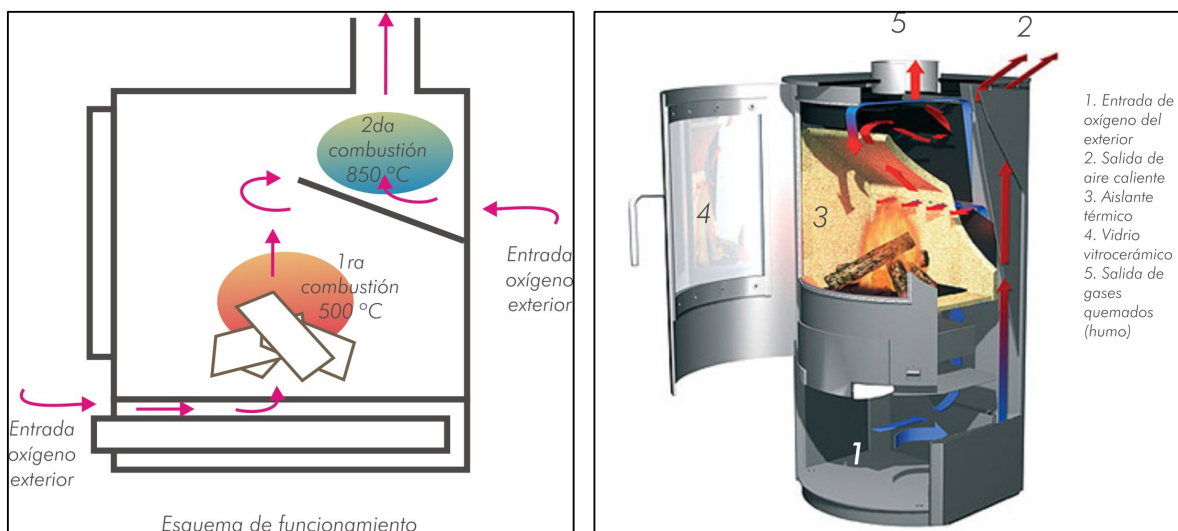
En este proceso que utiliza biomasa como combustible, se logra maximizar el rendimiento calórico y se reduce la emisión de gases contaminantes al exterior. Conceptualmente, puede expresarse como un filtro donde los gases deben pasar por dos cámaras para así quemar todos los gases de combustión, al mismo tiempo que se obtiene mayor energía calórica.

Proceso

En la primera cámara se produce la combustión primaria del combustible, suministrándose aire en distintas zonas para lograr la combustión primaria y del monóxido de carbono (CO). El CO se desprende en el lecho del fuego, cuando el dióxido de carbono (CO₂) de las brasas ($C + CO_2 \rightarrow 2CO$). La inyección de aire precalentado en este nivel revierte la reacción eliminando el dióxido de carbono (CO₂). La cámara de combustión primaria se encuentra recubierta en su totalidad por material refractario, que concentrando la radiación calórica sobre el fuego aumenta significativamente la temperatura de combustión.

Los gases pasan a una segunda cámara de combustión a través de un venturí donde se inyecta aire recalentado, que de acuerdo al principio de Bernoulli es proporcional al flujo de los gases, lo que autorregula la combustión secundaria suministrando la cantidad necesaria. En esta segunda cámara de combustión, también revestida con refractario para aumentar la temperatura, se logra la turbulencia adecuada y el espacio necesario para lograr una total combustión.¹

El humo que sale de la chimenea es totalmente limpio (invisible) ya que se queman todos los gases de combustión. El rendimiento obtenido disminuye el consumo de combustible permitiendo utilizarlo en forma renovable.



¹ En <http://www.bosca.com.ar/>

Esquemas de funcionamiento

Marco teórico: biomasa como alternativa energética

Escasez de recursos energéticos

El consumo mundial de energía se encuentra en constante aumento desde la década del '70, con un crecimiento anual promediado en un 2,6% hasta el 2020. Pero más del 60% de esta energía consumida proviene de combustibles fósiles como el petróleo o el carbón, cuyas reservas no llegarían a cubrir los próximos cuarenta años². Otro problema que generan estas fuentes de energía es la dependencia económica ligada a los mercados mundiales y las fluctuaciones de los valores comerciales, sobre todo para los países importadores y de bajos recursos.

En Argentina, la disponibilidad de recursos renovables es muy importante, ya que las grandes cosechas de productos agrícolas y la creciente actividad foresto-industrial son un claro indicador de las abundantes reservas energéticas a partir de la biomasa. Su uso podría satisfacer una parte significativa de las necesidades energéticas del país.

La biomasa es toda aquella materia orgánica que ha formado parte de la vida en algún momento y que proviene de la síntesis del carbono y otros compuestos por la intervención de la luz solar³. Constituye una fuente de energía más limpia que los combustibles fósiles ya que libera al ambiente la misma cantidad de Co₂ absorbido, cerrando su ciclo.

Existen diversos residuos dentro de la biomasa que pueden ser utilizados con fines energéticos⁴:

Residuos agrícolas: procedentes de trabajos de campo e industrias agrícolas.

Residuos forestales: leñas, cortezas, hojas, ramas, restos de tratamientos selvícolas, etc.

Residuos de la industria maderera: aserrín, astillas, costeros, cortezas, cuya eliminación para la industria supone grandes costos y problemas, pudiendo causar un fuerte impacto medioambiental.

Residuos ganaderos: contaminantes por su alto contenido en nitrógeno.

El problema de utilizar leña es el hecho de que deben destinarse plantaciones específicas para la comercialización de este combustible. Dentro de la biomasa residual, aparece la biomasa residual procesada: sobre los desechos agroforestales se produce una transformación de la materia prima en donde se logra compactar y aumentar la densidad de la misma. De esta manera se logra un aumento del rendimiento energético y mayor facilidad en el transporte del combustible.

²Antolín, G., *La gestión y el aprovechamiento de los residuos en la industria maderera*, Cuaderno Tecnológico N° 2, Maderas, Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), diciembre 2006, p. 10.

³Op. cit., p. 12.

⁴Op. cit., p. 12

Marco legal

Protocolo de Kioto:

El Protocolo de Kioto consiste en una serie de medidas encaminadas a la reducción de emisiones de gases del efecto invernadero por los países industrializados, causantes del cambio climático.⁵ Este protocolo que entró en vigencia en febrero de 2005, fue firmado por 55 países responsables del 55% de las emisiones de Co2 a nivel mundial. Actualmente son 141 los países que lo han ratificado, llegando al 61,6% de las emisiones. Estados Unidos se niega a ratificar el protocolo siendo el mayor responsable del efecto invernadero. Argentina entró en el Protocolo el 13 de julio de 2001 a través de la Ley Nacional 25.438.⁶ Teniendo en cuenta estas medidas y la necesidad del reemplazo de los combustibles fósiles por energías alternativas, se impulsa la fabricación de biomasa residual como factor de cambio.

Tipos de biomasa residual procesada

Aparecen tres tipos de biomasa residual procesada de origen forestal⁷:



Chips: astillas de madera, sin procesamiento.



Briquetas: producto de madera densificado, de forma cilíndrica de 5 a 10 cm de diámetro y 30 a 40 cm de largo.



Pellet: producto de madera densificado, de forma cilíndrica, de 1 a 2 cm de diámetro y 2 a 4 cm de largo.

La densificación se basa en la compactación de la biomasa, aumentando la densidad aparente hasta valores cercanos a los 600 kg/m³, en contraposición a valores de 200 kg/m³ en el caso de la madera.

En el caso de los pellets, pueden fabricarse en matrices anulares o planas, a través de la cual se hace pasar el material, que adopta la configuración de los orificios. No requiere la adición de aglomerantes ya que la propia lignina presente en los residuos actúa como ligante.

En la actualidad, la producción de pellets es destinada a importaciones, en especial hacia países del norte europeo, donde son utilizados como alimentación de sistemas centrales de calefacción.

⁵ Op. cit., p. 16.

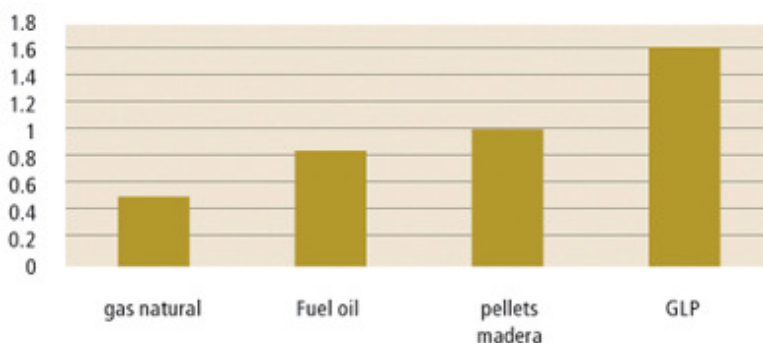
⁶ Op. cit., p. 17.

⁷ Amaturi, Gabriel E., Jovanovsky, Alejandro, *Alternativas y tendencias en la utilización de residuos forestales*, Red de Instituciones de Desarrollo Tecnológico para la Industria de la Madera República Argentina, Junio 2000, pp. 5-7.

Sobre las “tecnologías apropiadas”

El concepto de tecnologías apropiadas, trabajadas a partir de la obra de Ernst Friedrich Schumacher⁸, hace referencia a un modelo económico basado en el reconocimiento de las diversidades y particularidades de cada sociedad de cara a un desarrollo económico propio. Esta idea se aleja en mucho de la concepción tecnológica de corte moderno, desarrollado por los países industrializados, donde predomina una economía centralizada. A partir del reconocimiento de los recursos disponibles (desde la mano de obra, recursos naturales y tecnológicos, económicos, etc.) y su adecuada vinculación se logra un modelo de desarrollo *a partir* de las comunidades que lo originan. ¿Cómo se vincula este concepto con el tema propuesto de la doble combustión? Si se piensa en la escasez de recursos a nivel nacional, son muchas las zonas en donde no llega el tendido eléctrico ni existen instalaciones de gas. Sin embargo, la característica común en estos lugares es el recurso natural de la vegetación. Ya que la biomasa seca apta para uso como combustible comprende desde la madera hasta carozos de diversos frutos, dependiendo de la zona geográfica de aplicación, la tecnología de doble combustión puede adaptarse a cada tipo de combustible. A su vez, incorporar biomasa residual procesada optimiza el rendimiento energético, y la instalación de plantas de procesamiento supone generar mano de obra y facilitar en cada región la incorporación de este combustible mejorado. Sobre este punto, debe compararse el rendimiento energético del pellet frente a otros tipos de combustible⁹:

GRÁFICO 1 | Comparación en equivalente (poder calorífico superior) en $\$/m^3$ de gas natural para uso industrial



Este gráfico indica un lugar competitivo del pellet frente a combustibles tradicionales, con la ventaja de ofrecer una fuente renovable proveniente de residuos agroforestales. En el país existen fábricas peletizadoras, una de ellas en Formosa, pero el destino de la producción resulta más rentable como exportación, debido a los costos implicados de transporte. Una planta de fabricación de pellets de madera debe localizarse cerca de donde se genera la materia prima (residuos). Aparecen problemas relacionados con la logística del abastecimiento, distribución, almacenamiento y manipulación, ya que los costos de transportar residuos sin procesar son altos para distancias muy

⁸ Ver Schumacher, Ernst Friedrich, *Lo pequeño es hermoso*, Blume, España, 1973.

⁹ Ladrón González, A., Maslatón, C., Miño, A., *Pellet de madera para usos energéticos, Saber cómo*, Publicación del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), n° 60, p. 7. enero 2008.

alejadas (más de 100 km) debido a su baja densidad y bajo precio obtenido por tonelada (el aserrín ocupa 3.2 veces de volumen que los pellets)¹⁰. Sin embargo, existen hoy maquinarias de pequeña escala que incrementarían el desarrollo de este combustible para responder a la demanda energética en zonas donde se carece de combustibles fósiles. Dando utilidad a los residuos de madera se fomenta el desarrollo de las economías regionales, especialmente en las cuencas foresto industriales de menor grado de desarrollo relativo, para así aumentar el empleo y la rentabilidad de la cadena foresto industrial y reducir el impacto negativo sobre el medio ambiente al gestionar correctamente los residuos.¹¹ Sobre esta serie de valoraciones opera la idea de tecnología apropiada, explotando un recurso hasta ahora ignorado de cara a las posibilidades del consumo local. El aporte desde la disciplina del diseño puede aumentar la cadena de valor asociada al combinar un combustible renovable como el biomásico y una tecnología también sustentable como la doble combustión.

Artefactos de doble combustión: experiencia local. Caso Ñuke. Empresa MMJ S.R.L.

Esta empresa en conjunto con el Centro de Energía del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), desarrolló en el año 2006 el proyecto Patagónico Ñuke, transfiriendo trescientas estufas-horno-cocinas (que funcionan con el circuito de doble combustión) a comunidades mapuches en la provincia de Neuquén. Los productos entregados también son desarrollados por la empresa para venta en todo el país y en el extranjero; la característica principal de esta estufa es que tiene alto rendimiento, permitiendo ahorrar en combustible (leña). El sistema permite entregar 15.000 Kcal/h, con lo que se pueden calefaccionar ambientes entre 70 y 100m² dependiendo de la temperatura exterior¹². El artefacto permite cocinar en su interior cuando se preparan las brasas, y mediante la conexión de un termotanque de 85 litros a una serpentina que hace circular el agua por dentro de la caja de combustión, se abastece de agua caliente a una familia tipo de cuatro integrantes. Sobre la tecnología empleada para la fabricación, la estufa multifunción está realizada en chapa de acero plegada, por lo que su producción es de bajo costo y posible en talleres metalmecánicos pequeño y medianos de la industria nacional. El diseño de la estufa estuvo a cargo de Francisco Borrazás, con más de veinte años en la proyección de estos productos.

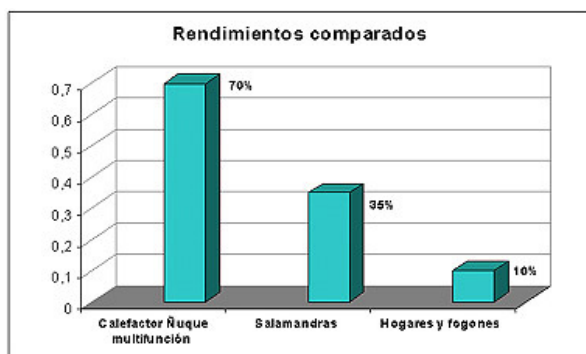
¿Cuáles son las mejoras que introduce este sistema? Soluciona el problema de los hogares a fogón abierto usados en casas, que trae aparejado problemas de salud al no poder controlar las emisiones de Co₂; permite un importante ahorro energético en el consumo de leña, y soluciona necesidades básicas como la calefacción, cocción y agua caliente. Finalmente, el proyecto fue acompañado por un plan de capacitación para el manejo del equipo, instalación y distancias a la pared y al techo, regulación y duración del fuego, su utilización para cocinar, etc.¹³

¹⁰ Ladrón González, A., Maslatón, C., Miño, A., *op. cit.*, p. 7

¹¹ Ladrón González, A., Maslatón, C., Miño, A., *Pellets de madera para usos energéticos, Saber Cómo*, Publicación del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), n° 59, p. 7., diciembre 2007.

¹² Brillarelli, V., Garofalo, J., *Proyecto patagónico estufa Ñuke: "Calor de Madre"*, *Saber Cómo*, Publicación del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), n° 37, p. 5., febrero 2006.

¹³ Op. cit.



Datos arrojados por las pruebas de rendimiento realizadas en el INTI (2006)



Estufa multifunción Ñuke

Otros productos de la empresa MMJ S.R.L. (1 y 2). Continuando con la tecnología de la doble combustión, la firma ofrece variantes de la Ñuke multifunción según las necesidades y metros cuadrados a cubrir en términos de energía calorífica.

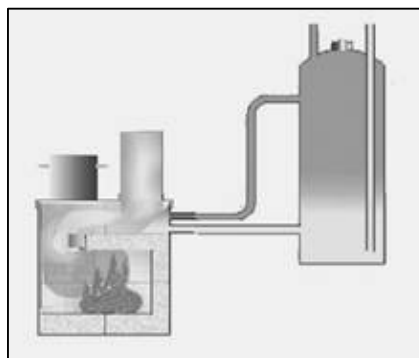
El modelo multifunción permite conectar un termotanque para suministrar agua caliente. (3). El calentamiento del agua se logra por efecto termosifón, donde el agua fría (proveniente de la red sanitaria) circula por una serpentina dentro de la caja de combustión, y por diferencia de densidades el agua caliente sube lista para su utilización.



(1) Ñuke Maitén: 15.600 kcal/h



(2) Ñuke Cabaña: 6.000 kcal/h



(3) Esquema de instalación del termotanque

Si bien estos productos cubren las necesidades provenientes de la falta de otras fuentes de energía, desde el punto de vista del diseño aparecen cuestiones ligadas a la interfase¹⁴ que no han sido abordadas.

Continuando con la línea de pensamiento de las tecnologías apropiadas, debe hacerse hincapié en la necesidad de dar respuesta, al igual que lo hacen los productos asociados a otros combustibles (tal es el caso de las estufas tiro balanceado) a las diferentes situaciones de uso en las cuales los productos interactúan con el usuario. Recurriendo a un ejemplo directo: sobre la función de cocinar alimentos, ¿Se dan respuestas adecuadas desde el uso? ¿Permite realizar las acciones comunes a la función? ¿Las medidas generales de los productos se adecuan a la antropometría general? Resolver cuestiones referidas a los accesos, zonas de agarre, instalación, logística de venta y traslado, etc., permitirían impulsar el consumo de este tipo de productos y los combustibles a ellos asociados, de cara a un reemplazo paulatino de los combustibles fósiles.

Conclusiones: estrategia de desarrollo

Luego de un panorama sobre la situación a nivel de las industrias locales tanto del rubro de los artefactos enfocados al suministro de energía calórica como de las fábricas de biomasa procesada, aparecen interrogantes sobre si estos dos polos pueden llegar a unificarse de cara al proyecto de productos industriales de doble combustión que impulsen el uso de esta tecnología. Sobre esta pregunta, un camino posible para este desarrollo es un enfoque sistemático de todas las funciones asociadas al suministro de calor: calefacción, agua caliente y cocción; generar un sistema de productos, línea o familia que invistan de un código identitario a la tecnología de la doble combustión.

Si bien en la actualidad resulta lejana la implementación de biomasa residual procesada como combustible para consumo local, el desarrollo de productos de doble combustión pensados para este tipo de combustible en particular fomentaría la instalación de fábricas de procesado. Sin lugar a dudas se requiere también de una estrategia conjunta de dos sectores de la industria hasta ahora no muy vinculados, proyectando también un desarrollo destinado a la exportación.

La sistematización del uso de la doble combustión supone aprovechar al máximo recursos naturales disponibles en todo el territorio nacional, y los materiales y procesos necesarios para la producción de artefactos también resultan accesibles y conocidos por nuestra sociedad. La tradición asociada al fuego como fuente energética persiste y es empleada aún en zonas donde se cuenta con otras formas de energía. Todos estos factores alientan el cambio de combustibles no renovables y contaminantes, que responden a economías centralizadas, hacia otras formas alternativas como las expuestas en este trabajo, fácilmente adaptables según las necesidades y particularidades (culturales, geográficas, de recursos) de los grupos humanos involucrados.

¹⁴ “Y aquí aparece la cuestión de cómo se pueden conectar, hasta formar una unidad, a tres elementos tan heterogéneos: el cuerpo humano, el objetivo de una acción, un artefacto o una información en el ámbito de la acción comunicativa. La conexión entre estos tres campos se produce a través de una interfase.” (...) en Bonsiepe, Gui, *Del objeto a la interfase*, Infinito, Buenos Aires, p. 17.

BIBLIOGRAFÍA

- Amaturi, Gabriel E., Jovanovsky, Alejandro, *Alternativas y tendencias en la utilización de residuos forestales*, Red de Instituciones de Desarrollo Tecnológico para la Industria de la Madera República Argentina, Junio 2000.
- Antolín, Gregorio, *La gestión y el aprovechamiento de los residuos en la industria maderera*, Cuaderno Tecnológico N° 2, Maderas, Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), diciembre 2006.
- Bonsiepe, Gui, *Del objeto a la interfase*, Infinito, Buenos Aires, 1999.
- Brillarelli, Virginia, Garofalo, Juan, *Proyecto patagónico estufa Ñuke: "Calor de Madre"*, *Saber Cómo*, Publicación del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), n° 37, febrero 2006.
- Ladrón González, Alfredo, Maslatón, Carlos, Miño, Ángeles, *Pellets de madera para usos energéticos*, *Saber Cómo*, Publicación del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), n° 59, diciembre 2007.
- Ladrón González, Alfredo, Maslatón, Carlos, Miño, Ángeles, *Pellets de madera para usos energéticos*, *Saber Cómo*, Publicación del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), n° 60, enero 2008.
- Schumacher, Ernst Friedrich, *Lo pequeño es hermoso*, Blume, España, 1973.

PÁGINAS WEB:

<http://www-biblio.inti.gov.ar/>
<http://www.bosca.com.ar/>
<http://www.mmjsrl.com.ar/>
<http://www.tecnologiasapropiadas.com/>
<http://www.tromensalamandras.com.ar/>

Última consulta: 08/12/09.